

ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ С ПРОСТРАНСТВЕННО-ПЕРИОДИЧЕСКИМ ПОЛЕМ

Горкунов Б. М.¹⁾, Львов С. Г.¹⁾, Борисенко Е. А.¹⁾,
Гладченко Д. В.¹⁾, Хроменко А. С.¹⁾

¹⁾ *Национальный технический университет «Харьковский
политехнический институт», кафедра «Информационно-
измерительных технологий и систем», ул. Кирпичова, 2, Харьков,
Украина, 61002, gorkunov@kpi.kharkov.ua*

Любое повышение безопасности достигается за счет необходимого дополнительного увеличения расходов. Применение систем контроля и диагностики удорожает продукцию при выпуске и эксплуатации, однако их использование на всех стадиях изготовления, проверки и эксплуатации существенно повышает надежность изделий, обеспечивая, в конце концов, громадный в масштабе страны экономический выигрыш. Точность работы таких систем зависит от чувствительности и разрешающей способности входящих в них первичных преобразователей информации. Выбор и использование той или иной выходной величины определяется поставленной задачей и требованиями к измерительной цепи и аппаратуре. В зависимости от количества учитываемых параметров различают однопараметровый, двухпараметровый и многопараметровый контроль [1].

Целью данной работы является проведение сравнительного анализа экспериментально полученных и расчетных значений амплитуд суммарных ЭДС измерительных обмоток преобразователя, расположенных вдоль оси z с угловой координатой φ на окружности радиуса d при помещении в него магнитных, слабоманитных и немагнитных цилиндрических изделий.

В работе рассматривается квазистатическое электромагнитное поле, длина волны которого больше характерных поперечных размеров проводника и цилиндра. Считаем, что поле в сплошном цилиндрическом изделии с осью z в цилиндрической системе координат создается протекающим по нитевидному возбуждающему проводнику током I в положительном направлении оси z . Магнитное поле такого тока имеет только поперечные составляющие H (H_r , H_φ , 0), где H_r и H_φ – r -я и φ -я компоненты напряженности магнитного поля.

К примеру, если разместить измерительную обмотку, с числом витков W_n , вдоль координаты z на окружности радиуса d , то для определения r -ой составляющей ЭДС преобразователя с изделием по угловой координате φ используют выражение [2]:

$$E_r = i\omega\mu_0 \frac{IW_n}{2\pi d} S e^{i\omega t} \sum_n h_r^{(n)}(d, i\omega) \frac{\sin(n\gamma)}{n\gamma} \cos(n\varphi). \quad (1)$$

Здесь ω – циклическая частота намагничивающего тока; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнитная константа; I – амплитудное значение намагничивающего тока; W_n и W_{in} – количество витков намагничивающей и измерительной обмоток соответственно; S – площадь сечения рамочной измерительной обмотки; γ – угловая ширина измерительной обмотки; $h_r^{(n)}$ – комплексный параметр, характеризует реакцию изделия на возбуждающее поле (n -я гармоника).

Следует отметить, что выражение для ЭДС преобразователя без изделия имеет вид [2]:

$$E_{r0} = -i\omega\mu_0 \frac{IW_n}{2\pi d} W_{in} S e^{i\omega t} \sum_n \frac{\sin(n\gamma)}{n\gamma} \cos(n\varphi) \quad (2)$$

Распределение пространственных гармоник чисто теоретическое представление выходного сигнала вихретокового преобразователя. Измеренные же значения ЭДС на выходе измерительных обмоток преобразователя, размещенных в фиксированных точках с угловой координатой φ , при изменении φ в диапазоне от $-180 \leq \varphi \leq 180$ градусов, в действительности будут иметь значения соответствующие алгебраической суммы всех гармоник.

Для сравнения расчетных значений суммарной ЭДС преобразователя с экспериментально полученными значениями необходимо выполнить расчет поведения суммарной ЭДС для разработанного преобразователя. Выражение для расчета суммарной ЭДС преобразователя в любой точке φ -й координаты определяют из выражения:

$$E_{\Sigma} = \sum_n E_n \cos(n\varphi), \quad (3)$$

где E_n – амплитуда n -й гармоники; $n = 2m + 1$ – номер гармоники, $m = 0, 1, 2, 3, \dots$

В работе показано, что применение результатов настоящего исследования дает возможность получить более полную информацию об объекте контроля, которая не могла быть получена при использовании традиционных методов. Поэтому, весьма перспективно применение многопараметровых методов и усовершенствование первичных преобразователей и аппаратуры для их осуществления. Многопараметровый подход найдет применение для решения специальных задач, недоступных традиционными методами.

Список литературы

1. Ключев В. В. Неразрушающий контроль и диагностика / В. В. Ключев, Ф. Р. Соснин. – М. : Машиностроение, 1995. – 488 с.
2. Горкунов Б. М. Многопараметровый электромагнитный контроль токопроводов в пространственно-периодических полях / Б. М. Горкунов, А. А. Тищенко, И. Б. Горкунова // Актуальні проблеми автоматики і приладобудування. – 2014. – С. 39–40.